

# Critérios De Usabilidade Em Processo De Migração De Biblioteca Gráfica Em Um Sistema De Informações Ambientais

Vania Elisabete Schneider<sup>†</sup>, Roberto Canuto Spiandorello<sup>†</sup>, Miguel Angelo Pontalti Giordani<sup>†</sup>, Guilherme Vanzin Hoffmann<sup>†</sup>, Odacir Deonísio Gracioli<sup>††</sup>

## Resumo

O SIA-Hidrelétricas - Sistema de informações ambientais, concentra dados sobre monitoramento da qualidade da água, climatologia e fauna. O uso desses dados na construção de informações precisas para a gestão ambiental e na criação de conhecimento depende da correta implementação das tecnologias web disponíveis. Atualmente, o SIA utiliza tecnologia de geração de gráficos estáticos processados no lado servidor, enquanto novas tecnologias são processadas com maior velocidade por dividir o processamento com o navegador web. O objetivo deste trabalho é analisar os aspectos da migração do componente atual JPgraph para a biblioteca C3.js. Ao final, foram implementados os gráficos de linha e pizza do Índice de Qualidade da Água e Índice de Estado Trófico.

## Palavras-chave

Usabilidade; Interface Humano-Computador; Gráficos; Meio Ambiente.

# Criteria of usability in a process of graphics library migration in a Environmental Information System

## Abstract

SIA-Hydroelectricity - System of Environmental Information, concentrates data about monitoring of water quality, climatology and fauna. Using these data to build accurate information for environmental management and for the creation of knowledge depends on the correct implementation of available web technologies. Currently, SIA uses static graphics technology that are processed on the server side, while new technologies are processed with greater speed by dividing the processing with the web browser. The objective of this study is to analyze the aspects of the migration of the current component JpGraph to C3.js library. At the end, Trophic State Index and Water Quality Index line and pie graphics were implemented.

## Keywords

Usability; Human-Computer Interface; Graphics; Environment.

## I. INTRODUÇÃO

O SIA-Hidrelétricas - Sistema de Informações Ambientais - é uma demanda das pequenas centrais hidrelétricas (PCH) da Bacia Taquari-Antas. Esse sistema foi construído para concentrar dados gerados em monitoramentos de qualidade da água, climatologia e fauna das diferentes instituições geradoras instaladas na Bacia Taquari-Antas. Ele permite a interação do usuário cadastrado com as informações ambientais através de qualquer dispositivo com navegador web e acesso a internet. Os dados são armazenados no banco de dados do SIA e então

utilizados para gerar gráficos de resultados do monitoramento. Isso permite que dados antes isolados se tornem visíveis e interpretáveis.

Os sistemas de informação modernos podem utilizar diferentes tipos de bibliotecas para gerar gráficos, que podem ser estáticos ou dinâmicos. Os gráficos estáticos apresentam as informações conforme elas estão no banco de dados, enquanto que os dinâmicos exibem atualizações em função da interação do usuário. Uma dessas bibliotecas geradoras de gráficos é o C3.js [3], cuja função é gerar uma imagem vetorial 2D que pode ser estática, dinâmica e animada utilizando apenas o navegador do usuário. Essa

<sup>†</sup>Instituto de Saneamento Ambiental – Universidade de Caxias do Sul; <sup>††</sup>Pró-Reitoria De Inovação e Desenvolvimento Tecnológico

E-mail: [veschnei@ucs.br](mailto:veschnei@ucs.br), [rcspiandorello@ucs.br](mailto:rcspiandorello@ucs.br), [mapgiordani@ucs.br](mailto:mapgiordani@ucs.br), [gvhoffma@ucs.br](mailto:gvhoffma@ucs.br), [odgracio@ucs.br](mailto:odgracio@ucs.br);

Data de envio: 18/07/2016

Data de aceite: 16/09/2016

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v4iss2p103>

utiliza o SVG (Scalable Vector Graphics) - linguagem XML para descrever de forma vetorial desenhos e gráficos bidimensionais [5]. Outra biblioteca geradora de gráficos é o Chart.js [7] que, ao invés do SVG, utiliza o elemento HTML <canvas> para desenhar os gráficos. Ambas possuem código aberto.

O SIA processa diferentes tipos de dados ambientais catalogados no monitoramento. Esses dados podem se referir aos parâmetros da qualidade da água, clima, e fauna. Verifica-se a partir disso, que com o uso de gráficos, é possível representar essas informações de maneira legível, permitindo que os dados sejam cruzados, a fim de obter uma análise de comportamento. Pode-se, a partir da seleção de um ponto de monitoramento, delegar a funções internas do sistema a geração dos gráficos referentes a, por exemplo, qualidade da água, como o Índice de Estado Trófico (IET) ou Índice de Qualidade da Água (IQA). O mesmo ocorre na seleção de estações de monitoramento do clima que fornecem dados para a geração de gráficos mais simplificados, de apenas uma linha, constando por exemplo, a variação da temperatura em função do tempo.

Os gráficos atuais do sistema são gerados pela Jpgraph [6] - biblioteca para geração de gráficos orientada a objeto exclusiva para PHP, no lado servidor, e enviados ao navegador do usuário na forma de uma imagem estática que não permite interação, como consta na Figura 1, que

apresenta o gráfico Índice de Qualidade da Água (IQA), onde faixas horizontais representam o intervalo entre os valores, para que assim se caracterize a variação da qualidade da água em função do tempo. As informações são estáticas: o usuário não pode selecionar pontos na imagem gerada para obter informações específicas, linhas não podem ser destacadas e novas funcionalidades não podem ser incluídas pelo desenvolvedor. Além disso, existem limitações estéticas como a falta de animações, efeitos de transição e sobreposição de linhas, características essas que enriquecem a experiência do usuário se implementadas de modo a atender os requisitos de usabilidade e design de interface. Itens como esses não podem ser adicionados de maneira dinâmica sem que existam requisições ao servidor que como consequência diminuem o desempenho do sistema.

O objetivo deste trabalho é apresentar a implementação da biblioteca de gráficos C3.js, de modo a atender 10 heurísticas de usabilidade. Essa biblioteca apresenta características que aliam um bom desempenho do sistema através do processamento no lado cliente com uma interface intuitiva e rica em recursos. Sendo assim, este trabalho se diferencia por propor um sistema de gráficos flexível e adaptável aos usuários do SIA e às constantes mudanças nas demandas de pesquisa.

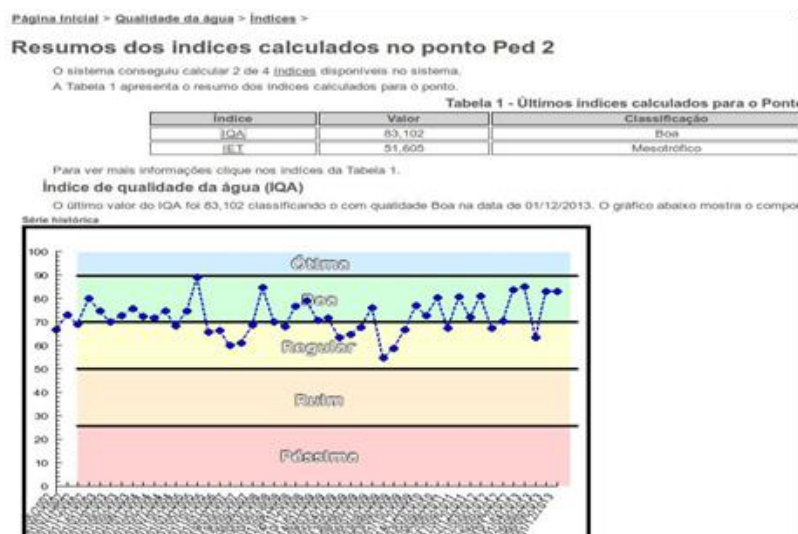


Fig. 1: Interface do sai apresentando o gráfica IQA gerado pelo JPgraph

Segundo [1] “a usabilidade é um atributo de qualidade que avalia a facilidade de usar uma interface de usuário. A palavra “usabilidade” também se refere a métodos para melhorar a facilidade de uso durante o processo de design.” Ao iniciar a implementação de uma nova funcionalidade, o desenvolvedor pode antever os problemas de interação e visualização de dados, seguindo as heurísticas e em compatibilidade com o perfil do usuário a quem se destina o Sistema de Informações Ambientais.

Este trabalho é dividido em Metodologia, Resultados, Conclusão e Trabalhos futuros e Referências. A Metodologia apresenta os elementos que condicionam a pesquisa, definindo o significado das 10 heurísticas e esclarecendo os conceitos associados a elas. Ainda compara as bibliotecas de

gráficos pesquisadas, apresentando suas vantagens e desvantagens em relação ao cumprimento das heurísticas. E por fim justifica a escolha. Os Resultados descrevem as melhorias obtidas com o uso de capturas de tela, finalmente apresentando os ganhos ao usuário.

## II. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de [1] foi escolhida por fornecer elementos genéricos de avaliação, interessantes para serem utilizados em uma primeira abordagem dos potenciais problemas de design. Ao serem corretamente abordados, novas metodologias podem ser estudadas para atender

problemas pontuais. Portanto, este trabalho não se extingue com a aplicação desta metodologia em específico.

Inicialmente, foram pesquisadas bibliotecas de gráficos de código aberto que atendessem as 10 heurísticas de usabilidade definidas por [1], levando em consideração outra definição para o termo “usabilidade”, conferida a avaliação da facilidade de implementação, entendimento e manutenção por parte dos desenvolvedores. Foram selecionadas as heurísticas Design Estético e Minimalista, Flexibilidade e Eficiência de Utilização, Consistência e Padrões, Prevenção de Erros. A abordagem das heurísticas Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e resolver erros, Ajuda e documentação, Controle do usuário e liberdade, Correspondência entre o sistema e o mundo real, Reconhecimento em vez de recordação, Visibilidade do status do sistema, é desnecessária nesse contexto, por apresentarem características aplicadas a um sistema completo, avaliadas desde o primeiro acesso do usuário, passando por todos os links até o objetivo final.

Foram consideradas primeiramente todas as bibliotecas que apresentassem em evidência as características da

heurística Design Estético e Minimalista, que corresponde a eliminação de toda informação que é irrelevante ou raramente necessária. Essa heurística foi primeiramente contemplada por priorizar o papel do usuário dentro do contexto de pesquisa: a primeira percepção pode comunicar mais do que estética, pode também indicar o quão fácil é manipular os dados apresentados. Trata-se, portanto, de um processo de percepção que indica ao usuário a existência de outras heurísticas contempladas.

Segundo [1] cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades de informação relevantes e diminui a sua visibilidade relativa. Um gráfico deve apresentar apenas os elementos que garantam sua legibilidade. Por outro lado, a exibição de informações sucintas ao clique do mouse sobre determinado ponto é de grande utilidade em casos em que se deseja obter uma informação mais acurada e livre de distrações.

Após atender a heurística Design Estético e Minimalista, procurou-se satisfazer a heurística Consistência e Padrões.

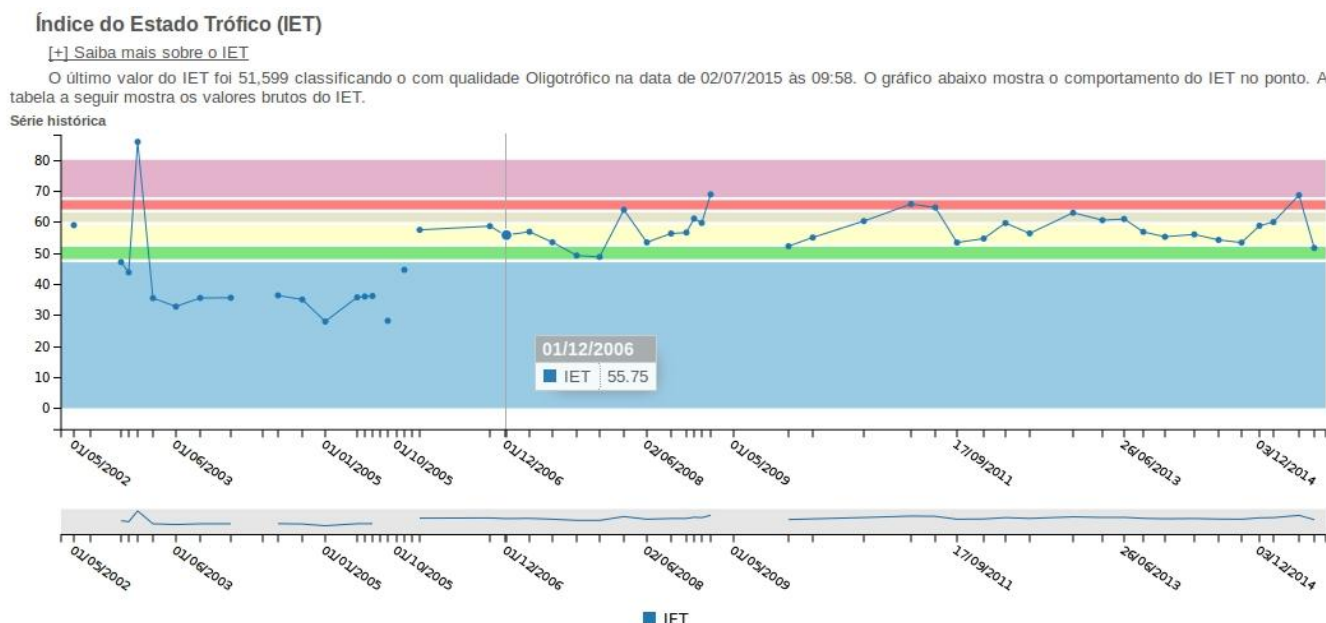


Fig. 2: Interface do sai apresentando o gráfico IET gerado pelo C3.js

Segundo [1] (1995), “os usuários não devem se perguntar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. Deve-se seguir as convenções da plataforma”.

Segundo [2], a heurística Flexibilidade e eficiência de utilização considera que o sistema deve ser fácil de ser entendido por usuários leigos, mas flexível o bastante para se tornar ágil a usuários avançados. Eficiência é importante tanto para diminuir a carga de processamento do servidor no atendimento da demanda do usuário como para diminuir a carga cognitiva do desenvolvedor em sua rotina de trabalho. Essa heurística incorpora o processo de implementação e manutenção do código, não estando restrita ao resultado visualizado pelo usuário. Um programador iniciante deve ser capaz de interpretar o código e rapidamente realizar as adequações que forem necessárias.

A última heurística considerada é a Prevenção de Erros, que consiste em criar um projeto de maneira cuidadosa, eliminando condições passíveis de erros. Segundo [2], ainda melhor do que boas mensagens de erro é um projetocuidadoso que impede que um problema ocorra em primeiro lugar. Ou eliminar as condições passíveis de erros ou buscar por eles e apresentar aos usuários uma opção de confirmação antes que eles cometam a ação.

Com base nas heurísticas selecionadas, verificou-se que duas bibliotecas apresentavam as características de interação ideais ao usuário do sistema: Chart.js [7] e C3.js [3]. Em termos de percepção visual e qualidade na interação com o usuário as bibliotecas são extremamente semelhantes, possuem código aberto e licença MIT. São eficientes no sentido de serem processadas no lado cliente, utilizando a linguagem de programação interpretada Javascript. Porém, ao analisar os aspectos relacionados ao processo

implementação, verificou-se que a biblioteca Chart.js falha no atendimento a uma heurística fundamental: Flexibilidade e eficiência de utilização.

A falha da biblioteca Chart.js em atender a heurística Flexibilidade e eficiência de utilização, no contexto do SIA, se dá pelas dificuldades na implementação de novas funcionalidades que envolvam somente a apresentação de dados, sem a utilização de gráficos. A biblioteca C3.js foi escrita sobre a D3.js - biblioteca em Javascript para manipulação de documentos baseados em dados. Dessa maneira, é possível explorar o código base em D3.js para customizar e criar componentes de visualização de dados.

O C3.js também se caracteriza por utilizar o recurso de elemento gráfico SVG, que segundo o [5], é vantajoso em relação ao CANVAS em um cenário de gráficos, pois:

- Eles podem ser gerados facilmente com dados existentes através da transformação de XML em SVG.
- Versões estáticas podem ser exportadas a partir de Ferramentas (inclusive Inkscape, Adobe Illustrator, Microsoft Visio e vários programas de CAD).
- Exigem interação precisa do usuário.
- Provedores externos de conteúdo podem personalizar para autores Web usando estilização em CSS.
- Precisam de acessibilidade.

O C3.js faz com que seja fácil gerar gráficos, “envolvendo” o código necessário para construir um gráfico inteiro, sem a necessidade de escrever código D3.js.

Também permite a customização através de classes atreladas a cada elemento no momento da geração. A atualização do gráfico pode ser feita até mesmo após a renderização com o uso de APIs para acesso ao seu estado.

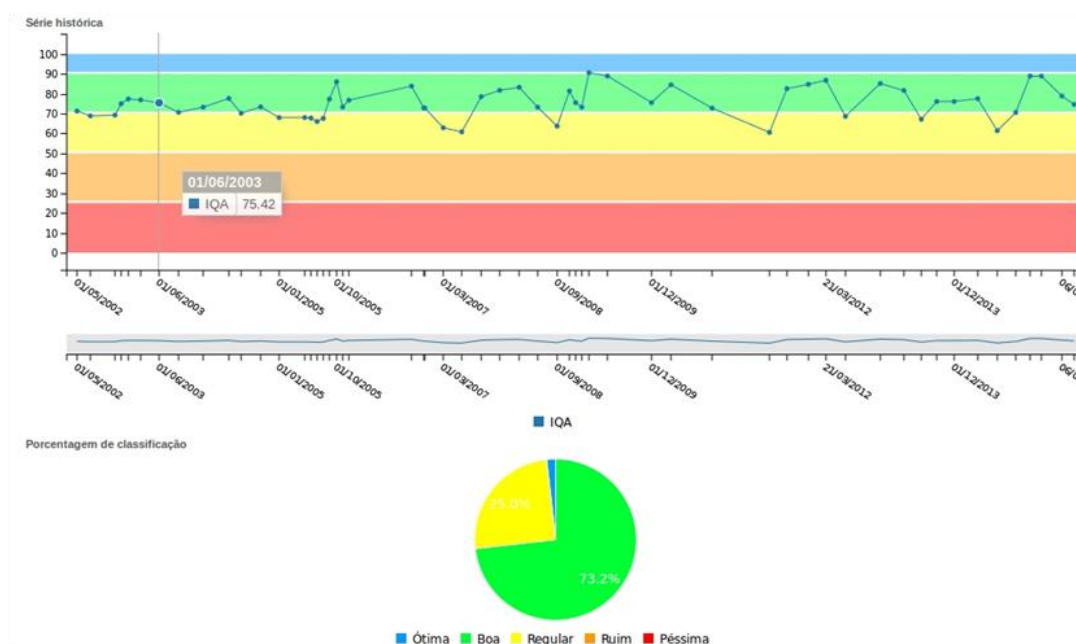


Fig. 3: Interface do SIA apresentando o gráfico IQA gerado pelo C3.js

O funcionamento da biblioteca C3.js, no que diz respeito ao código fonte, se dá pela sua chamada a partir da função `c3.generate`. Isso significa que a biblioteca é inicializada e os parâmetros podem ser adicionados em seguida dentro desse contexto. Os parâmetros consistem, por exemplo, nos valores de cada ponto do gráfico e as datas correspondentes no eixo X. Existem diferentes parâmetros que geram modificações de tipo de gráfico, adição de eventos, e etiquetas para identificação de eixo. Componentes de interação com o usuário, portanto, podem ser facilmente adicionados.

O C3.js pode ser associado a um sistema através de uma classe responsável por carregar os arquivos base em Javascript e configurar parâmetros básicos, juntamente com as consultas e cálculos sobre os dados e a montagem da página, tratando as declarações e parâmetros como uma variável de texto, que, no fim da execução da requisição é convertida em linguagem Javascript e adicionada ao conteúdo enviado ao navegador do usuário.

### III. RESULTADOS

Ao selecionar Pontos Hidrelétricas na página principal do SIA, o usuário passa a visualizar os pontos referentes a áreas de monitoramento representados por ícones azuis dentro dos limites do mapa que identifica a bacia hidrográfica Taquari-Antas. Após, é possível selecionar o ícone e então gerar os gráficos. Verifica-se após essa etapa, que houve a exclusão da aba Gerar Gráficos e o reposicionamento dos gráficos, agora gerados pela biblioteca C3.js, dentro das abas Relatórios de monitoramento e Índices. As melhorias apresentadas constam na Figura 2, onde pode-se visualizar o gráfico Índice de Estado Trófico (IET), que apresenta faixas horizontais delimitando as categorias de Estado Trófico e a variação de valores de IET em função do tempo.

A Figura 3 apresenta as melhorias do gráfico Índice de Qualidade da Água (IQA) de linha e de pizza. Tais mudanças resultaram em um sistema com melhor desempenho, manutenção facilitada, e com flexibilidade suficiente para sofrer alterações e atualizações ao longo do tempo sem grandes esforços de implementação.



No gráfico da Figura 3 o desenvolvedor pode incluir ou excluir faixas, alterar suas cores e estabelecer limites baseados tanto no eixo Y como no eixo X. Neste caso relaciona-se as faixas com o eixo Y estabelecendo seus limites de acordo com o índice IQA. As datas posicionadas no eixo X podem ser rotacionadas em até 90°, desta maneira adequa-se a exibição desse parâmetro resultando em melhor legibilidade. O usuário pode aproximar o cursor do mouse em um ponto para obter suas informações específicas.

O usuário agora pode ampliar o gráfico para visualizar os dados dentro do período de datas desejado. Anteriormente, não havia essa possibilidade pois tratava-se de uma imagem estática sem possibilidades de interação. Os campos de seleção de períodos de data que haviam externamente ao gráfico foram eliminados resultando em uma interface mais limpa.

Com maior dinamicidade na apresentação das informações, a nova interface torna possível que a mesma informação seja mostrada com maior ou menor grau de granularidade<sup>1</sup> sem a necessidade de carregamento de outros gráficos uma vez que o usuário consegue controlar esse nível de acordo com suas necessidades. A dinamicidade também permite a apresentação de gráficos mais claros e com maior número de informações uma vez que determinados dados mostrados na tela aparecem apenas se o usuário posicionar o ponteiro do mouse em determinadas áreas do gráfico e essas informações não necessariamente precisam ser as já encontradas nos eixos x e y mas qualquer informação disponível no banco de dados que seja relevante para o escopo pesquisado.

O gráfico de pizza da Figura 3 apresenta as mesmas características do gráfico de linha: ao aproximar o cursor do mouse o percentual referente ao conjunto de dados é ressaltado e informações específicas são exibidas. Esses aspectos de interação proporcionam as melhorias pontuadas por [1] considerando as 4 heurísticas de usabilidade selecionadas para avaliar a qualidade da implementação: Design Estético e Minimalista, Flexibilidade e Eficiência de Utilização, Consistência e Padrões, Prevenção de Erros.

#### IV. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados observou-se melhoria expressiva na qualidade da visualização dos dados. Em vista disso, verifica-se a importância dos aspectos de usabilidade em uma migração, tanto para o aumento da produtividade dos desenvolvedores como para o enriquecimento da experiência do usuário.

Tão importante como a consistência das informações, a forma de se apresentar informações em um gráfico deve ser trabalhada com muita atenção pois apresentações pouco adequadas comprometem a análise dos dados pesquisados. A nova interface, mais dinâmica e clara, possibilita a apresentação de maior quantidade de dados em apenas um gráfico, servindo como ferramenta de extremo auxílio ao usuário.

Identificou-se que a participação direta dos usuários através da aplicação de pesquisas e questionários ampliaria o leque de metodologias a serem exploradas. São desafios a serem abordados no futuro, trazendo mais credibilidade aos resultados obtidos.

Pode-se avançar ainda mais neste processo de migração, explorando o código base em D3.js para customizar componentes de visualização de dados. Essas novas perspectivas incluem a adição da funcionalidade de Múltiplos Eixos (Multiple Axis) nos gráficos, utilizada na adição de eixo para análise comparativa entre diferentes parâmetros selecionados pelo usuário.

O usuário do SIA - técnicos, cientistas, estudantes, e gestores do meio ambiente, agora beneficiam-se desses novos recursos, enriquecendo seus projetos com análises de comparativos e comportamentos superiores, certamente atendendo as demandas da área ambiental.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- [1] Jakob Nielsen, "Usability 101: Introduction to Usability. 2015," *NIELSEN NORMAN GROUP* - <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>, - NOVEMBRO 2015.
- [2] Jakob Nielsen, "10 Usability Heuristics for User Interface Design, 2015," *NIELSEN NORMAN GROUP* - <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>, - NOVEMBRO 2015.
- [3] C3.JS, "C3.JS - D3-based reusable chart library. Reference. 2015," - <http://c3js.org/reference.html>, - NOVEMBRO 2015.
- [4] D3.JS, "D3.JS - Data-Driven Documents. 2015," - <https://d3js.org/>, - NOVEMBRO 2015.
- [5] Patrick Dengler "HTML5 - Como escolher entre o Canvas e o SVG para o seu site," Biblioteca MSDN - Artigos Técnicos - Web, MICROSOFT DEVELOPER NETWORK, MARÇO 2013.
- [6] JpGraph, "JpGraph - Most powerful PHP -driven charts. 2015," - <http://jpgraph.net/>, - NOVEMBRO 2015.
- [7] Chart.js, "Simple yet flexible JavaScript charting for designers & developers. 2015," - <http://www.chartjs.org/>, - NOVEMBRO 2015.